

ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ АУСТЕНИТА ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ НАГРЕВЕ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Панов Д. О.

Руководитель – профессор, д.т.н. Симонов Ю. Н.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь,

dimmak-panov@mail.ru

Исследованы процессы образования аустенита при непрерывном нагреве исходно закаленной, холоднодеформированной и высокоотпущенной стали 10X3Г3МФ. Выделено три этапа $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения при аустенитизации в МКИТ. Построены термокинетические диаграммы образования аустенита при непрерывном нагреве в исследованной стали с указанием критических точек A_{c1} и A_{c3} и этапов $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения.

Аустенитизация при непрерывном нагреве в межкритическом интервале температур (МКИТ) является определяющим при получении зеренной структуры γ -фазы, что делает исследование этого явления актуальным. Как известно, на процессы аустенитизации оказывает существенное влияние исходное состояние стали и условия нагрева [1, 2, 3], однако в литературе мало внимания уделено разделению этапов образования аустенита в МКИТ. Перспективными для промышленности являются системно-легированные низкоуглеродистые безникелевые стали типа 10X3Г3МФ. Таким образом, целью исследования является разделение этапов аустенитизации в МКИТ стали 10X3Г3МФ в различных исходных состояниях.

Сталь 10X3Г3МФ исследована в исходно закаленном, холоднодеформированном и высокоотпущенном состоянии. Для получения исходно закаленного состояния исследуемой стали проведена закалка на воздухе с температур горячей деформации, для получения холоднодеформированного состояния – холодная пластическая деформация методом радиальной ковки со степенью 60 % в исходно закаленном состоянии, для получения высокоотпущенного состояния – двухчасовой отпуск при температуре 680 °С в исходно закаленном состоянии с последующим охлаждением на воздухе.

Дилатометрический анализ выполнен при использовании закалочного дилатометра Linseis RITA L78. Непрерывный нагрев осуществляли со скоростями 400, 90, 20 и 0,6 °С/с. Для изучения этапов аустенитизации исследуемой стали в МКИТ находили первую производную от дилатограмм $d(\Delta L)/dT_{обр} = f(T_{обр})$ и проводили анализ этой кривой с разложением на пики (рисунок 1).

По результатам разложения на пики графиков первой производной можно утверждать, что разделены три этапа $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения при аустенитизации в МКИТ исходно закаленной, холоднодеформированной и высокоотпущенной стали 10Х3Г3МФ. На дилатограммах однократной аустенитизации в МКИТ исходно высокоотпущенной стали 10Х3Г3МФ обнаружена дилатометрическая аномалия на первом этапе $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения (рисунок 1, в), которая возникает, как показали исследования, в результате растворения карбидов и обогащения аустенита углеродом стали. Эта аномалия наблюдается во всех исследованных случаях нагрева высокоотпущенной стали, а также при нагреве исходно закаленной стали с самой низкой исследуемой скоростью ($0,6^\circ\text{C}/\text{c}$), когда при нагреве до A_{c1} успевают пройти процессы отпуски.

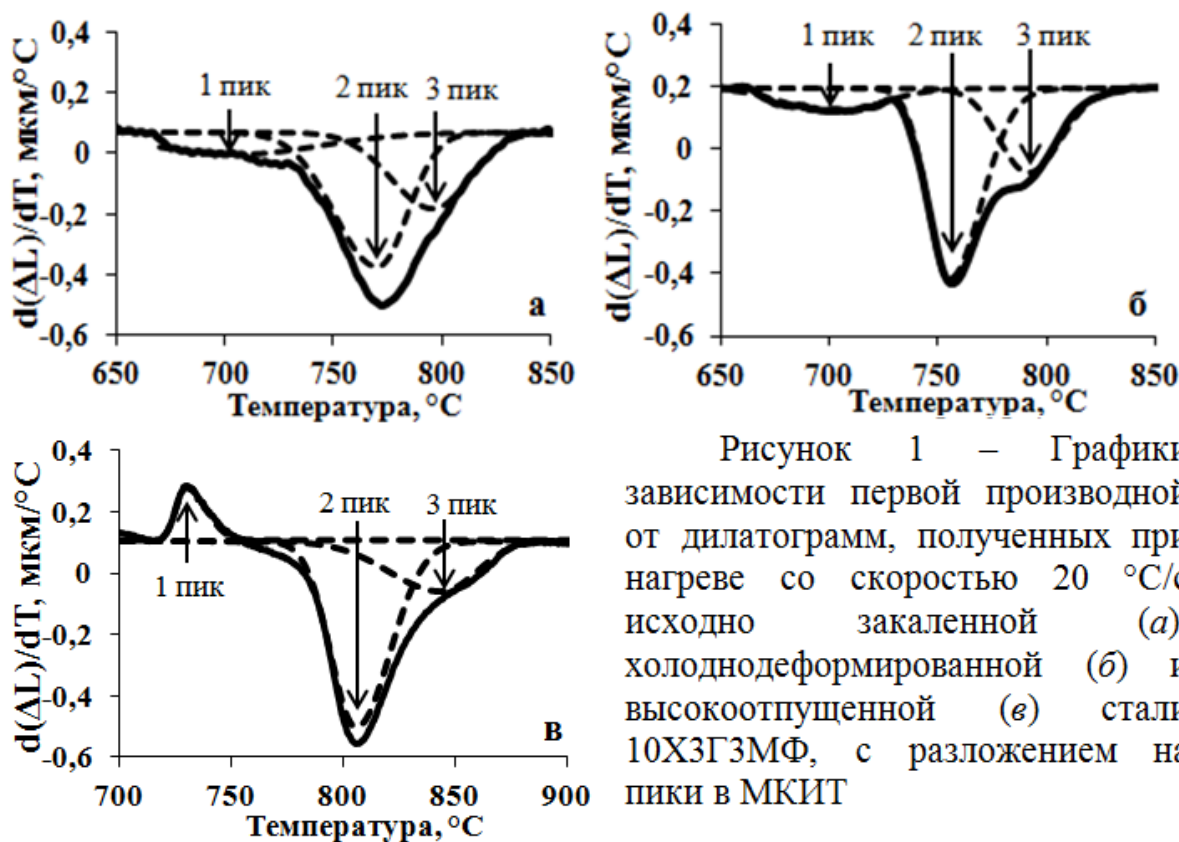


Рисунок 1 – Графики зависимости первой производной от дилатограмм, полученных при нагреве со скоростью $20^\circ\text{C}/\text{c}$ исходно закаленной (а), холоднодеформированной (б) и высокоотпущенной (в) стали 10Х3Г3МФ, с разложением на пики в МКИТ

По результатам дилатометрического анализа построены термокинетические диаграммы образования аустенита в исходно закаленной, холоднодеформированной и высокоотпущенной стали 10Х3Г3МФ (рисунок 2). При увеличении скорости нагрева для всех исследованных состояний наблюдается расширение МКИТ. В исходно закаленной стали расширение МКИТ происходит за счет снижения A_{c1} и повышения A_{c3} (рисунок 2, а); в исходно холоднодеформированной стали – за счет снижения A_{c1} при неизменной A_{c3} (рисунок 2, б); в исходно высокоотпущенной стали – за счет повышения A_{c3} при неизменной A_{c1} (рисунок 2, в). Эффект снижения критической точки A_{c1} ранее подробно изучен С.С. Дьяченко [1].

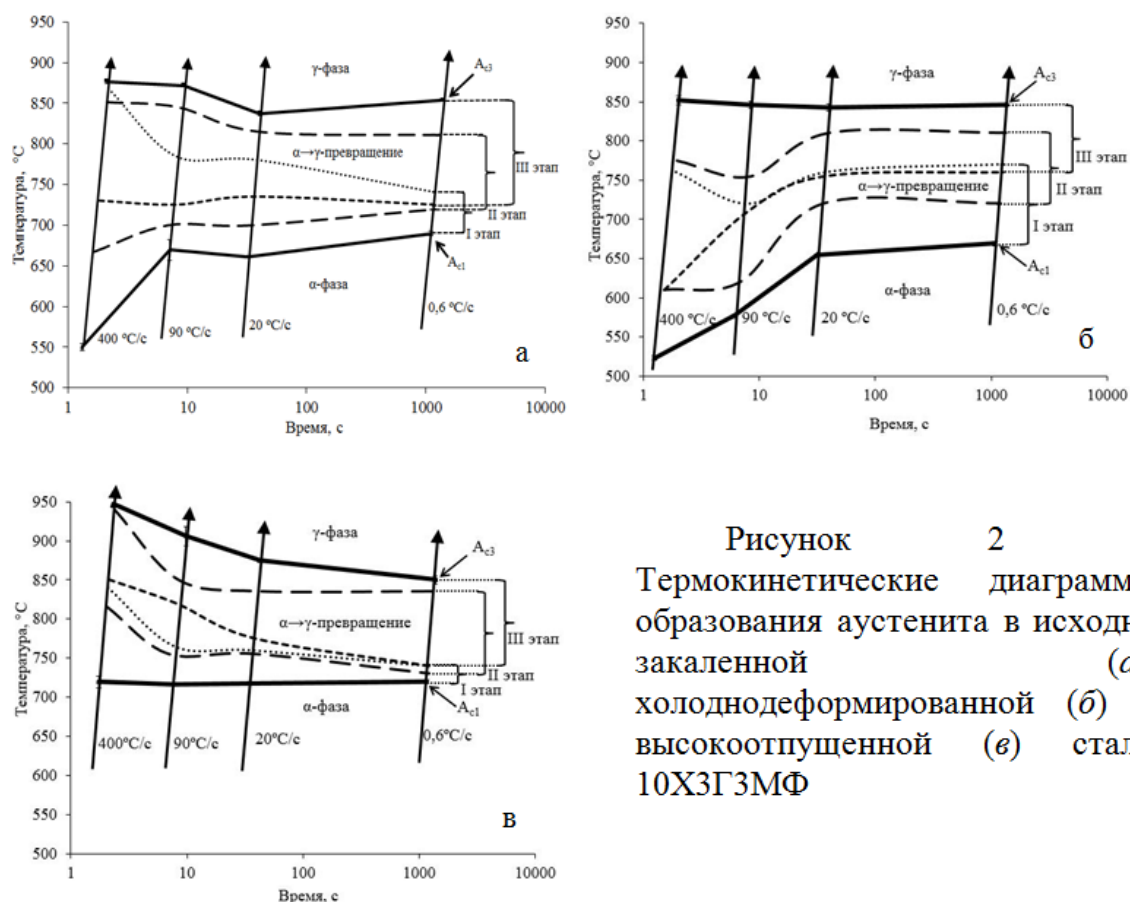


Рисунок 2 – Термокинетические диаграммы образования аустенита в исходно закаленной (а), холоднодеформированной (б) и высокоотпущенной (в) стали 10Х3ГЗМФ

В исходно закаленной стали 10Х3ГЗМФ при увеличении скорости нагрева наблюдается расширение температурного интервала образования аустенита на первом, втором и третьем этапе $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения; в случае исходно холоднодеформированной стали – расширение и смещение вниз по температурной шкале интервалов образования аустенита на первом, втором и третьем этапе $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения; в случае исходно высокоотпущенной стали – расширение температурного интервала первого этапа $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения, а интервал второго и третьего этапов практически не изменяется, но смещается вверх по оси температур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Дьяченко С.С. Образование аустенита в железоуглеродистых сплавах. М.: Металлургия. 1982. 128 с.
2. Садовский В.Д., Счастливцев В.М., Табатчикова Т.И., Яковлева И.Л. Лазерный нагрев и структура стали: атлас микроструктур. Свердловск: Уральский рабочий. 1989. 102 с.
3. Зельдович В.И. Три механизма образования аустенита и структурная наследственность в сплавах железа // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2008. - № 9. - С. 40-47.